

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-037248

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl.

H02M 7/48  
H02P 7/63  
// H02P 21/00

(21)Application number : 11-209007

(71)Applicant : MEIDENSHA CORP

(22)Date of filing : 23.07.1999

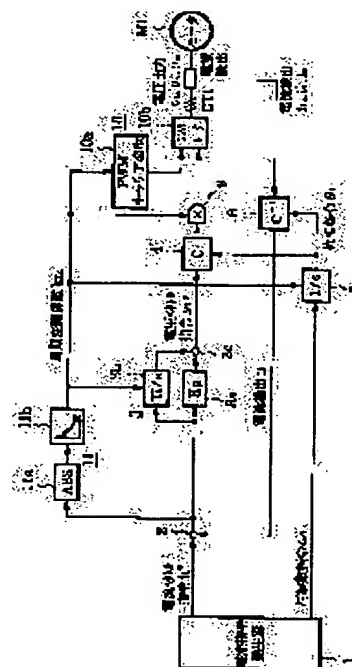
(72)Inventor : YAMAMOTO YASUHIRO

## (54) INVERTER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain the response characteristic even when the carrier frequency is lowered to reduce the noise.

SOLUTION: A current deviation between a current command value  $i1^*$  and a current detection value  $i1$  is PI-compensated by a current controller 3 to obtain a voltage command value  $v1^*$ , which is converted into three phase voltage by coordinate transformation (c) and is compared with a PWM carrier from a carrier generator 10a by a comparator 10b to obtain a PWM signal. A three-phase converter is controlled by the PWM signal to drive a motor M1. In this equipment, the frequency of the PWM carrier is set low. And, an absolute value of the current deviation is calculated by an absolute value calculator 11a, and then a frequency modulation factor  $kTc$  nearly inversely proportional to the current deviation is made by a function unit 11b. Thereafter, the frequency of the carrier generated by the carrier generator 10a is modulated by  $kTc$  to increase the carrier frequency according to the current deviation, and an integration constant of a current controller 3 and of an integrator 5 which is inputted with a frequency command and outputs a phase command is changed by  $kTc$  to correct a responsibility speed and  $kTc$  is given to a multiplier 9 to correct the voltage command.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
H 0 2 M 7/48		H 0 2 M 7/48	W 5 H 0 0 7
H 0 2 P 7/63	3 0 2	H 0 2 P 7/63	3 0 2 K 5 H 5 7 6
			3 0 2 M
// H 0 2 P 21/00		5/408	A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-209007

(22) 出願日 平成11年7月23日 (1999.7.23)

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 山本 康弘

東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内

(74) 代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外1名)

Fターム(参考) 5H007 AA01 BB06 CC23 DA03 DA05

DB01 DC02 EA03

5H576 BB04 BB05 BB09 DD02 DD04

EE01 EE12 EE14 GG04 GG08

HB01 JJ03 JJ11 JJ22 JJ23

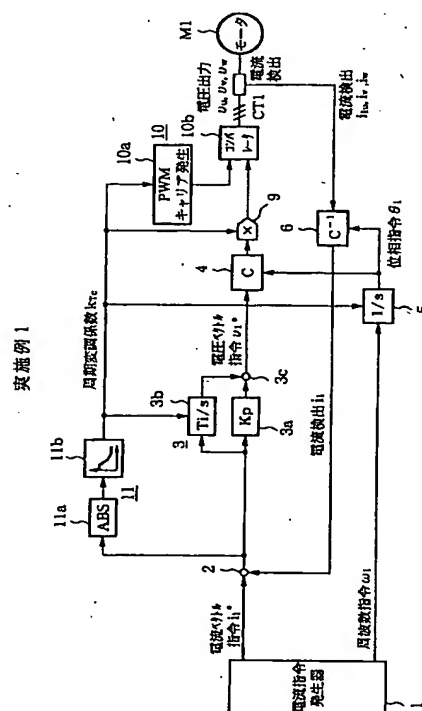
JJ24 JJ25 JJ28 JJ29 LL22

(54) 【発明の名称】 インバータ装置

(57) 【要約】

【課題】 ノイズを減少させるため、キャリア周波数を低下させても応答特性を維持可能とする。

【解決手段】 電流指令  $i_i^*$  と電流検出  $i_i$  との電流偏差を電流制御器 3 で P I 演算した電流指令  $v_i^*$  を座標変換 c で 3 相に変換し、コンパレータ 10 b でキャリア発生器 10 a からの PWM キャリアと比較した PWM で 3 相インバータを制御しモータ M1 を駆動するものにおいて、PWM キャリア周波数を低く設定しておく、そして絶対値演算器 11 a で電流偏差の絶対値を取り、関数器 11 b で電流偏差にほぼ反比例する周期変調係数  $k_{TC}$  を作ってキャリア発生器 10 a のキャリア周波数を  $k T C$  で変調してキャリア周波数を電流偏差に応じて高くすると共に電流制御器 3 と周波数指令を位相指令とする積分器 5 の積分定数を  $k T C$  で変化させ応答速度を補正すると共に乗算器 9 に  $k T C$  を与えて電圧指令に補正を加える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期に応じて3相のPWMパターンを出力し、かつ、電流制御も実施するインバータ装置において、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期を変調係数により変化させる手段と、前記PWMキャリア周期の変化に応じて電流制御の積分項と回転座標の位相積分演算を補正する手段と、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数を電流指令と電流検出との偏差の大きさに応じて可変にする手段とを有することを特徴とするインバータ装置。

【請求項2】 PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期に応じて3相のPWMパターンを出力し、かつ、電流制御も実施するインバータ装置において、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期を変調係数により変化させる手段と、前記PWMキャリア周期の変化に応じて電流制御の積分項と回転座標の位相積分演算を補正する手段と、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数を、電流指令または電流指令の変化率の大きさと電流検出の変化率の大きさによって変化させる手段とを有することを特徴とするインバータ装置。

【請求項3】 請求項1または2において、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数を周波数指令の大きさによっても変化させること\*

PWMキャリア周波数による影響

項目	低い ←	→ 高い
電磁音	音が大きい	音が小さい
応答特性	応答が遅い	応答が速い (ACR周期が短くできるため)
ノイズ放射	ノイズが少ない	ノイズが多い

【0004】 従来、PWMキャリア周波数をランダムに変調することにより電磁音を単一スペクトルの“キーン”といった音質から、“ザー”といったホワイトノイズ的な音質に変調しているが、これが電流制御系への外乱にならないように電流制御ゲインや回転座標演算部に補正を加えている（特願平10-360077号）。

【0005】 図6に適用モデル（インバータ装置）の電流制御ブロック図を示す。図中、1は電流指令発生器、3は電流制御部、4は2相-3相回転座標変換器、6は3相-2相逆回転座標変換器、10はPWM回路を示す。電流指令発生器1からの回転座標上の電流指令 $i_1^*$ と、周波数指令 $\omega_1^*$ が与えられ、これに追従する電流制御系3を内部に含む場合である。ここで、PWM回路10のキャリア周波数を、図7のようにランダム信号発生器17からのランダム信号で変調を行うことにより、ノイズや騒音のスペクトルを、単一周波数から分数スペクトルに変換できる。そうすると、図8に示すよう

\*とを特徴とするインバータ装置。

【請求項4】 請求項1または2または3において、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数にランダムな変調成分を重畳したことを特徴とするインバータ装置。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれか1つにおいて、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数に応じて、電流制御の比例ゲインを変化させることを特徴とするインバータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、PWM変調方式を使用した出力電圧制御方式を利用したインバータ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 PWMインバータのスイッチングキャリア周波数の選定は重要な問題であり、単にインバータ内部の制御や熱的な問題だけでなく、電磁音や応答性、ノイズといった外部に影響する問題も含んでいる。例えば、キャリア周波数の高低により、表1のような影響があることが知られている。そのため、ノイズ対策などのためにPWMキャリア周波数を低減させるには電磁音と応答の問題を解決しなくてはならない。

## 【0003】

## 【表1】

PWMキャリア周波数による影響

にPWMキャリアの周期が毎回変化するためランダムな電磁音となる。

【0006】 このようなPWMパターンを発生するインバータに関して、そのPWMパターンの演算や電流制御の演算方式には様々なものがあるが、上記従来のものは図8に示すように、PWM半周期を最小単位とし、その整数倍の周期毎に電流をサンプルして電流制御を実施する場合を対象としている。

【0007】 ランダム変調を適用すると、これらの演算周期が毎回変化するため、電流制御の積分時定数や、周波数指令を回転位相角に変換する積分演算部もこの周期の変化に対応しなくてはならない。

【0008】 そこで、図9に示すように、PWMキャリア発生器10aに入力されるランダム信号発生器17からのランダム信号を、電流制御部3の積分時定数や、周波数指令を回転座標4、6の位相に変換する積分演算部5にも伝達し、補正を加えている。補正内容としては図

10に示すように電流制御部3の積分演算部分3bに乗算器3b2を設けてランダム信号によって変化する周期を係数 $k_{rc}$ として与えて、積分演算部分3bに補正を加えている。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のPWMキャリア周波数ランダム変調方式のインバータは、ランダム変調によって音質的な対策を打つことにより、PWMキャリア周波数が低いときの聴感的な問題についてはある程度解決されるが、しかし、制御応答性についてはまだ解決されていない。

【0010】応答に関してはPWM周期に同期して電流サンプルや電流演算を行う場合には、PWM周期が一種のむだ時間に相当することになる。そのため、キャリア周波数を低下すると電流制御演算の周期が長くなり、制御ゲインも高く設定できなくなる。

【0011】この発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ノイズを減少させるためにPWMキャリア周波数を低下させても応答性能を維持できるインバータ装置を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】この発明は、PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期に応じて3相のPWMパターンを出力し、かつ、電流制御も実施するインバータ装置において、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期を変調係数により変化させる手段と、前記PWMキャリア周期の変化に応じて電流制御の積分項と回転座標の位相積分演算を補正する手段と、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数を電流指令と電流検出との偏差の大きさに応じて可変にする手段とを有することを特徴とする。

【0013】または、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数を可変にする手段に代えて、電流指令または電流指令の変化率の大きさと電流変化率の大きさによって変化させる手段を設ける。

【0014】また、前記PWMキャリア周波数またはPWMキャリア周期の変調係数を、周波数指令の大きさによっても変化させる。また、前記変調係数にランダムな変調成分を重畳する。また、前記変調係数に応じて電流制御の比例ゲインを変化させる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】実施例1（電流制御の偏差に応じてキャリアを変調する方法）

図1に実施例1にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図を示す。図中、1は電流指令発生器、2は電流指令 $i_1^*$ と電流検出 $i_1$ との電流偏差を検出する電流偏差検出器、3は電流偏差をPI演算して電圧指令 $v_1^*$ を出力する電流制御器で、比例演算部3aと周期変調係数 $k_{rc}$ により積分定数に変化される積分演算部3bとこれら演算結果を加算し電圧指令 $v_1^*$ を出力する加算器3

cで構成されている。

【0016】4は電流制御部3からのd q軸の電圧指令を3相に変換する2相-3相回転座標変換器、5は電流指令発生器1からの周波数指令を回転座標4、6の位相指令 $\theta_1$ に変える積分演算器、6は電流検出器CT1で検出した3相出力電流をd q軸電流に変換する3相-2相逆回転座標変換器、9は座標変換器4から出力される電圧指令に周期変調係数 $k_{rc}$ を掛けて補正する乗算器、10はPWM回路で、周期変調係数 $k_{rc}$ で変調されるPWMキャリア発生器10aと乗算器9からの電圧指令とPWMキャリア周波数を比較しPWMパターンを出力コンパレータ10bで構成され、PWMキャリア発生器10aは変調を受けない場合低いPWMキャリア周波数を出力するように設定されている。

【0017】11は周期変調係数演算回路で、電流偏差の絶対値をとる絶対値演算器11aとこの電流偏差絶対値が増加すると、周期変調係数 $k_{rc}$ を少なくする周期変調係数用関数器11bで構成されている。なお、図中、M1はこのインバータ装置（インバータ主回路は図示省略）により駆動される誘導モータ、CT1はインバータ装置の出力電流を検出する電流検出器を示す。

【0018】次に実施例1の動作について説明する。電流指令 $i_1^*$ と電流検出 $i_1$ との偏差が偏差検出器で検出され、電流制御部3でPI演算される。電流制御部3でPI演算された電圧指令 $v_1^*$ は回転座標変換器4で3相の電圧指令に変換され、乗算器9を介してコンパレータ10bでPWMキャリア発生器10aからのPWMキャリアにより変調され、図示省略のインバータをPWM制御してインバータに接続されているモータM1を駆動する。

【0019】このインバータの出力電流は電流検出器CT1で検出され、逆回転座標変換器6でd q軸の電流検出 $i_1$ に変換され電流偏差検出器2にフィードバックされる。したがって、モータM1は電流指令 $i_1^*$ に応じた電流で駆動される。

【0020】モータ速度が安定している定常安定時は、偏差検出器2から出力される電流偏差は小さいので、周期変調係数発生回路11は周期変調係数 $k_{rc} \approx 1$ を出力する。このため、PWMキャリア発生器10aは周期変調係数 $k_{rc}$ による変調を殆ど受けないので、設定された低い周波数のPWMキャリアを出力する。

【0021】電流指令又はモータ負荷等の急変により電流偏差が大きくなると周期変調係数発生回路11から出力される周期変調係数 $k_{rc}$ は小さくなり、周期変調係数 $k_{rc}$ で変調されるPWMキャリア発生器10aの出力するPWMキャリア周波数は高くなる。即ち、電流偏差に応じてPWMキャリア周波数は高くなる。

【0022】電流制御系の電流サンプルや電流制御演算をPWM周期に同期して行っているため、周期変調係数 $k_{rc}$ によりPWMキャリア周波数が変化すると、積分器

をデジタルの加算で演算している場合積分演算値に誤差を生ずる。そのため、周期変調係数 $k_{rc}$ を電流制御部の積分演算部3bおよび積分演算器5に加えてそれぞれの積分定数を変化させて積分演算を補正する。また、乗算器9に周期変調係数 $k_{rc}$ を加えて座標変換器4から出力される電圧指令のPWMキャリア周波数の変動に基づく誤差を補正する。

【0023】実施例1によれば、低く設定されていたPWMキャリア周波数が電流偏差に応じて高くなるように周期変調係数 $k_{rc}$ で変調されるので、定常安定時の電流偏差の小さい時は、PWMキャリア周波数が低く、ノイズが発生しない。そして応答が必要な電流偏差が大きい時のみPWMキャリア周波数を高めることができる。さらに、電流の過渡変化量に応じてキャリア周波数を変化させているので、必要最小限にPWMスイッチング回数を抑制することができる。また、PWMキャリア発生器のPWMキャリア周波数を周波数ではなくその逆数である周期変調係数 $k_{rc}$ で補正しているため、周波数を乗算により補正できるので、演算が簡単になる。

【0024】実施例2（電流偏差の変化率に応じてキャリアを変調する方法）

図2に実施例2にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図を示す。なお、図1（実施例1）に示したものと同一構成部分は、同一符号を付してその重複する説明を省略する。

【0025】図2について、12、13は第1、第2のキャリア周波数補正回路で、第1のキャリア周波数補正回路12は電流指令 $i_1^*$ の変化率を抽出する電流指令変化率抽出器12aと、入力が増加に対して出力を減少させる関数を有する第1の変調補正関数器12bで構成されている。また第2のキャリア周波数補正回路13は電流検出 $i$ の変化率を抽出する電流指令変化率抽出器13aと、ほぼ反比例の関数を有する第2の変調補正関数器13bで構成されている。

【0026】14は第1、第2のキャリア周波数補正回路12、13の出力を加算してPWMキャリアを補正するための周期変調係数 $k_{rc}$ を出力する加算器、19は周期変調係数 $k_{rc}$ に制限を加えるリミッタである。リミッタ19から出力される周期変調係数 $k_{rc}$ はPWMキャリア発生器10aと電流制御部3の積分演算部3bと周波数指令を積分する積分演算部5と回転座標変換器4から出力される電圧指令を補正する乗算器9に出力される。その他の点は上記実施例1（図1）と変わりが無い。

【0027】次に実施例2の動作について説明する。変化率抽出演算部12a、13aでそれぞれ電流指令と電流検出の変化率を検出し、それぞれの変化率を変調補正関数器12b、13bでそれぞれの変化率が大きくなるに従って出力が減少するように補正し、この変調補正関数器12b、13bの出力を加算器14で加算して周期変調係数 $k_{rc}$ を作成する。この周期変調係数 $k_{rc}$ は保護

のため上下限リミッタ19を通して出力される。

【0028】リミッタ19から出力される周期変調係数 $k_{rc}$ は実施例1と同様にPWMキャリア発生器10aに入力してPWMキャリアを変調すると共に、この周期変調係数 $k_{rc}$ を電流制御部3の積分演算部3b、周波数指令を積分する積分演算部5、電圧指令を補正を加える乗算器10aに入力され、上記PWMキャリア変調によりサンプリング同期の変化起因する演算誤差を補正する。

【0029】実施例1（図1）の方式は周期変調係数 $k_{rc}$ を作る回路が簡単であるが、電流指令は比較的ノイズが少ないのに対して電流検出はノイズが多いため、電流偏差を利用するとどちらが変化しても同一のゲインで変調を行うことになる。結果的には電流検出のノイズによって変調が応答することになってしまう。

【0030】実施例2は、電流指令と電流検出を別の構成として分離し、各成分の変化率を抽出しその大きさに応じてキャリアの変調補正関数を演算し、各変調補正関数のゲインを個別に設定できる構成となっているので、電流検出に混入するノイズによってキャリア変調が誤動作する量を抑制することができる。

【0031】実施例3（回転周波数に応じてPWMキャリアを変調する方法）

図3に実施例3にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図を示す。実施例3は、図2（実施例2）のインバータ装置に出力周波数に応じてPWMキャリア周波数を高くするための第3のキャリア周波数補正回路15を追加したものである。

【0032】図3について、第3のキャリア周波数補正回路15は電流指令発生器1から出力される周波数指令 $\omega$ の絶対値をとる絶対値演算器15aと、ほぼ反比例の関数を有する第3の変調補正関数器15bで構成されている。

【0033】第3のキャリア周波数補正回路15は加算器14から出力される第1、第2の変調補正関数器12b、13bの加算した信号に加算器16で加算される。加算器16から出力される信号は周期変調係数 $k_{rc}$ として図2の場合と同様にリミッタ19を介してPWMキャリア発生器10a、電流制御部3の積分演算部3b、周波数指令を積分する積分演算部5および回転座標変換器4から出力される電圧指令を補正する乗算器9に出力される。

【0034】実施例3によれば、第3のキャリア周波数補正回路16が電流の周波数指令 $\omega_1$ （出力周波数）に応じてPWMキャリア周波数を高くするように機能する。また周波数指令 $\omega_1$ が変らない場合は、周期変調係数 $k_{rc}$ は電流指令ないし電流検出の変化率に応じて変化するので、インバータ装置は実施例2の場合と同様に動作する。

【0035】実施例1、2の場合、電流の周波数指令 $\omega_1$ が高くなりPWMキャリア周期と交流電流の基本波周

期とが近づくと、基本周波数内のパルス数が少なくなつて正確な電流制御ができなくなることがあるが、実施例 3 によれば周波数指令  $\omega_i$  が高くなると第 3 の PWM キャリア周波数補正回路が PWM キャリア周波数を高くするように機能するので、周波数指令  $\omega_i$  が高くなっても電流制御ができる。このキャリア周波数補正回路 16 は実施例 1 のインバータ装置にも設けることができる。

【0036】実施例 4（ランダム信号を重畳する方法）図 4 に実施例 4 にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図を示す。実施例 4 は、図 3（実施例 3）のインバータ装置に電磁音をホワイトノイズ化するためのランダム信号発生器 17 を設けたものである。

【0037】図 4 について、第 1 のキャリア周波数補正回路 12 は変調補正関数器 12b だけで構成され、ノイズの少ない電流指令  $i_1^*$  を直接ある関数で変調補正信号に変えている。したがって第 1 の変調補正信号は電流指令の大きさの関数値となる。第 2、第 3 のキャリア周波数補正回路 13、15 は図 3 のものと同様に構成されている。第 1～第 3 のキャリア周波数補正回路 12、13、15 から出力される第 1～第 3 の変調補正信号を加算器 14、16 で加算される。

【0038】ランダム信号発生器 17 のランダム信号は、加算器 18 で加算器 16 から出力される変調補正信号が加えられ周期変調係数  $k_{rc}$  となり、リミッタ 19 を介して、PWM キャリア発生器 10a、電流制御部 3 の積分演算部 3b と周波数指令を積分する積分演算部 5 および回転座標変換器 4 から出力される電圧指令を補正する乗算器 9 に出力される。その他の構成は図 1 のものと変りがない。

【0039】実施例 4 によれば、低く設定されている PWM キャリア周波数は電流指令と、電流検出の変化率と、周波数指令の絶対値に応じて高く変化すると共に、電磁音をホワイトノイズ化するためのランダム信号によりランダムに変化する。

【0040】電磁音をホワイトノイズ化するためのランダム信号は、図 1～図 3 のインバータ装置にも適用できる。

【0041】実施例 5（電流制御の比例ゲインも補正する方法）

図 5 に実施例 5 にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図を示す。実施例 5 は、図 4（実施例 4）における電流制御器 3 の比例ゲイン 3a を周期変調係数  $k_{rc}$  に応じて変えるようにしたものである。

【0042】図 5 について、周期変調係数  $k_{rc}$  を制限するリミッタ 19 と電流制御器 3 の比例演算部 3a との間に関数器 21 を設け、周期変調係数  $k_{rc}$  を関数器 21 の図示の特性で変えて比例演算部 3a の比例ゲイン  $K_p$  を高く設定する。

【0043】実施例 5 によれば、周期変調係数  $k_{rc}$  により PWM キャリア発生器 10a のキャリア周波数が高く

なり、キャリア周期が短くなり、電流制御のむだ時間が短くなったとき、電流制御のゲイン  $K_p$  が高く設定される。このためキャリア周波数が高くなったときの電流制御の応答特性が更に改善される。この電流制御の比例ゲインを可変にすることは図 1～図 3 のインバータ装置にも適用できる。

# 【0044】

【発明の効果】この発明は、上述のとおり構成されているので、次に記載する効果を奏する。

(1) PWM インバータを用いた電流制御系において、電流の偏差や変化率に応じて PWM キャリア周波数を変化させて、定常時はキャリア周波数を下げて低ノイズ化することができ、電流の変化が大きい場合には適切にキャリア周波数を高めることにより電流応答特性を維持することができ、全体的なスイッチング周波数を低減することにより低ノイズ化が可能である。

(2) キャリア周波数またはキャリア周波数の変調係数にランダムな変調成分を重畳した場合、電磁音を低減できる。

(3) キャリア周波数またはキャリア周波数の変調係数に応じて電流制御のゲインを変化させた場合、応答性が向上する。

# 【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図。

【図 2】実施例 2 にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図。

【図 3】実施例 3 にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図。

【図 4】実施例 4 にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図。

【図 5】実施例 5 にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図。

【図 6】従来例にかかるインバータ装置の電流制御ブロック図。

【図 7】従来例にかかる PWM 演算ブロック図。

【図 8】PWM 発生器の動作説明図。

【図 9】従来例にかかるランダム変調を適用した電流制御ブロック図。

【図 10】ランダム変調を適用した電流制御の要部ブロック図。

# 【符号の説明】

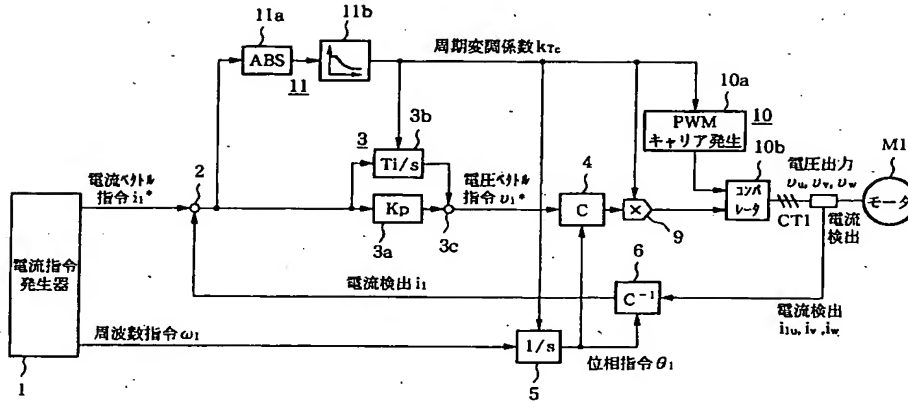
- 1…電流指令発生部
- 2…電流偏差検出器
- 3…電流制御器
- 4…2 相－3 相回転座標変換器
- 6…3 相－2 相逆回転座標変換器
- 10…PWM 回路
- 10a…PWM キャリア発生器
- 11…周波数変調係数演算回路

12, 13, 15...第1、第2、第3のキャリア周波数  
補正回路

17...ランダム信号発生器

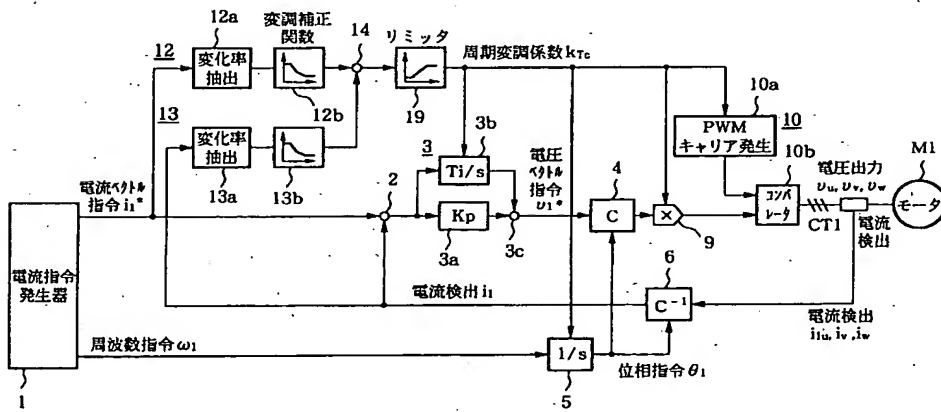
【図1】

実施例1



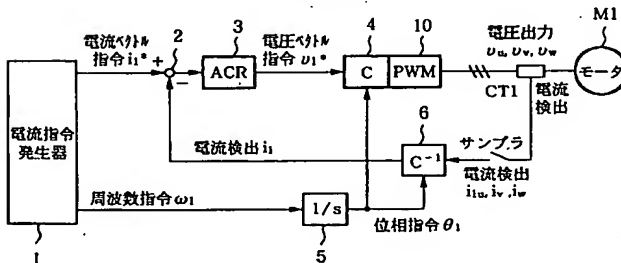
【図2】

実施例2

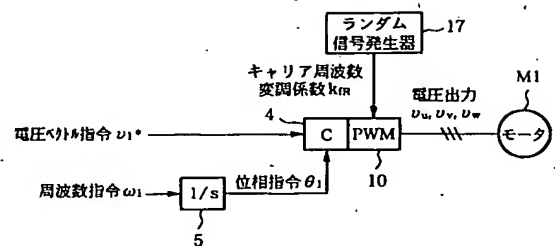


【図6】

従来例

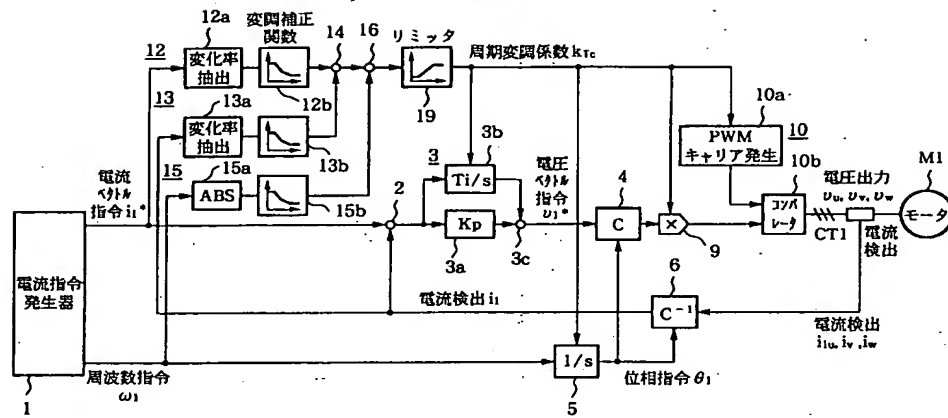


【図7】



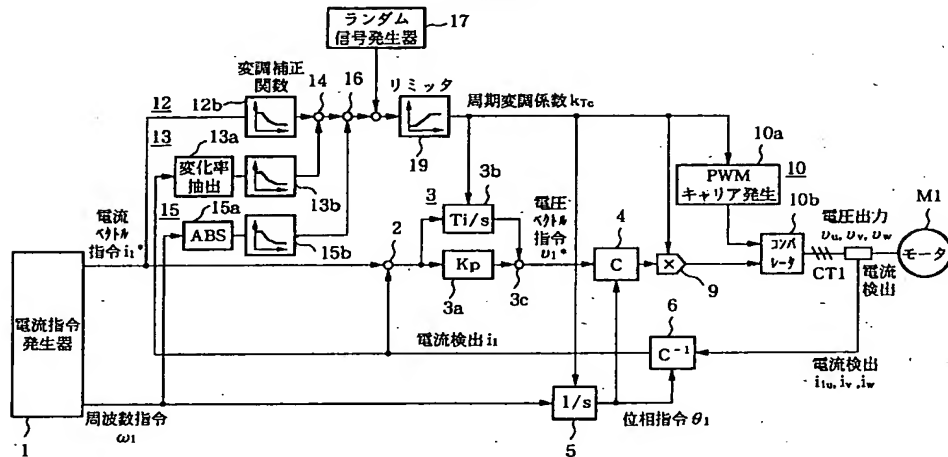
【図3】

実施例3



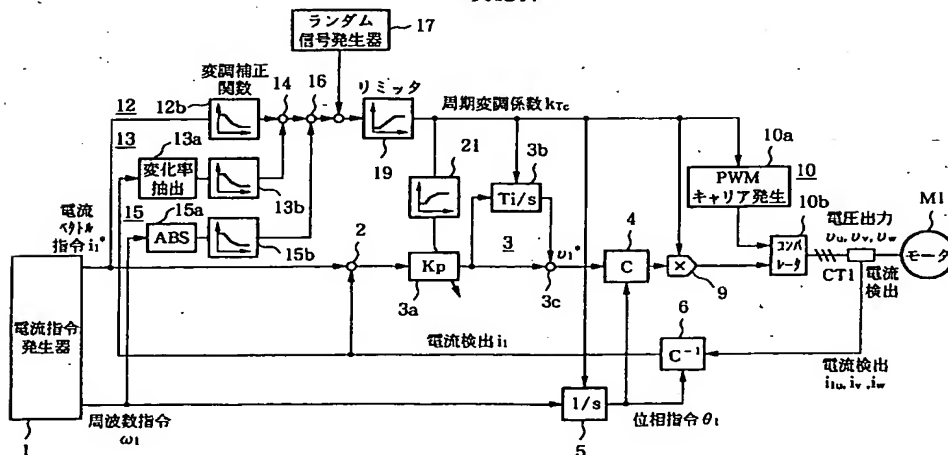
【図4】

実施例4



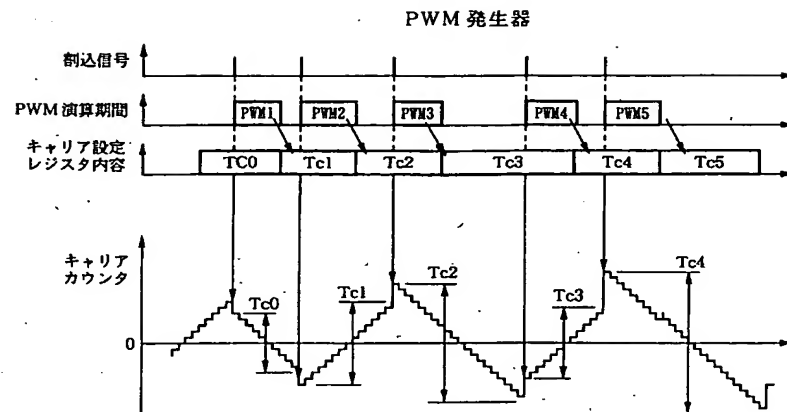
【図5】

実施例5

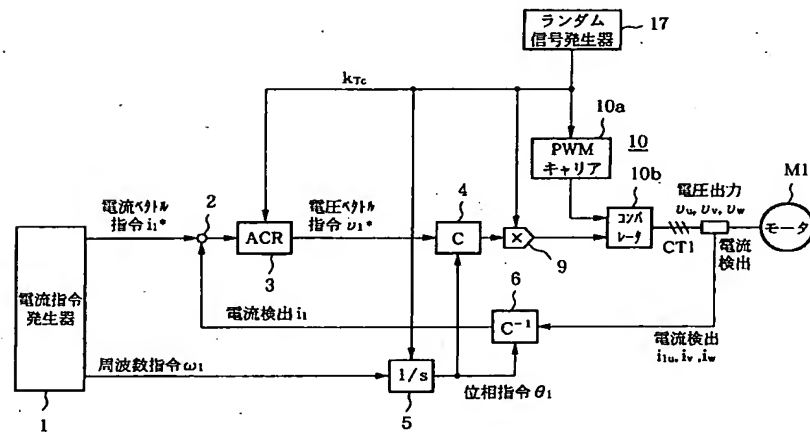




【図8】



【図9】



【図10】

